

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
23. Juni 2005 (23.06.2005)

PCT

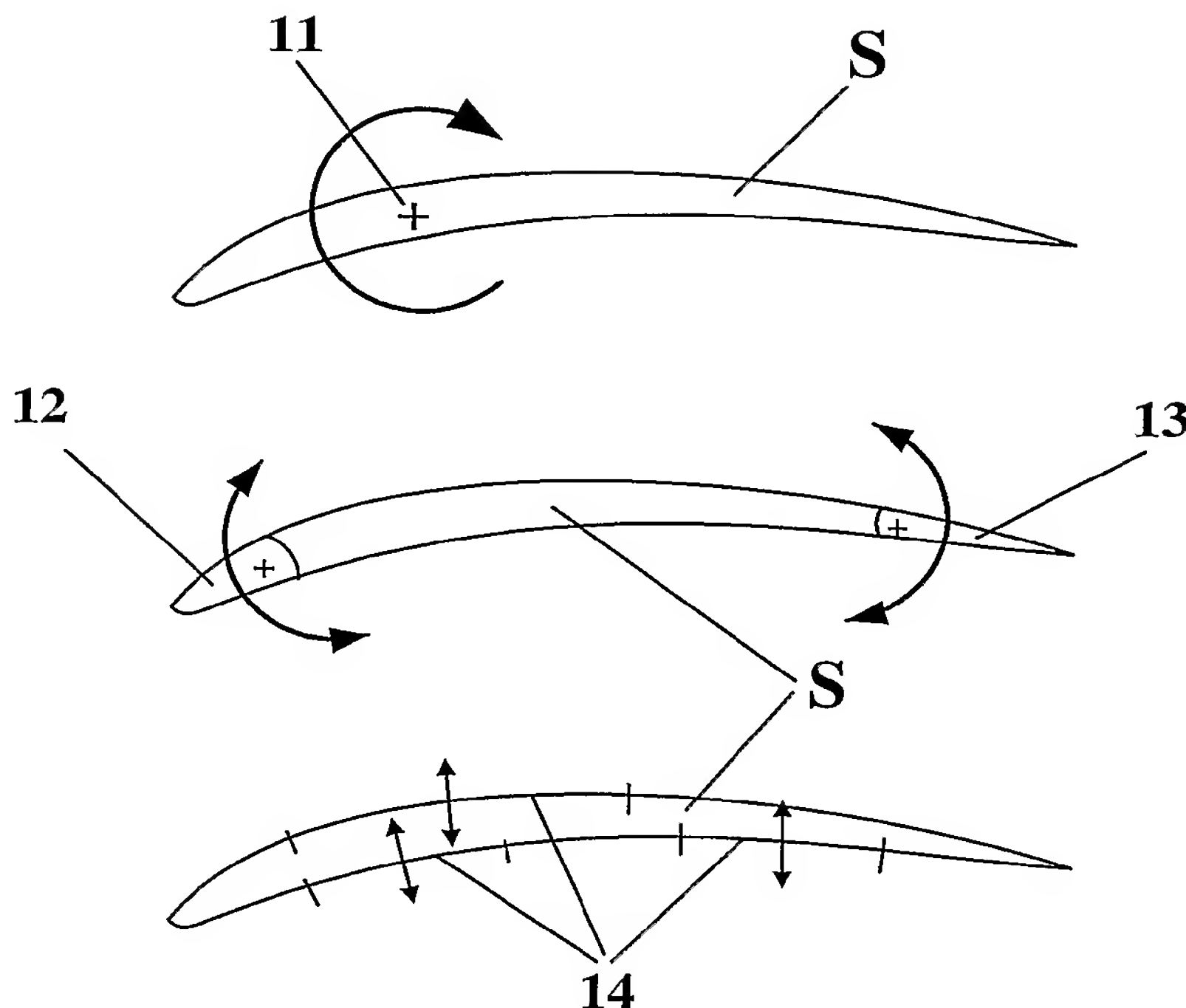
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/056984 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **F01D 5/14, 5/16** (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **DORNIER GMBH** [DE/DE]; 88039 Friedrichshafen (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2004/002172 (72) Erfinder; und
- (22) Internationales Anmeldedatum: 30. September 2004 (30.09.2004) (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BORCHERS, Ingo, Udo** [DE/DE]; Härdleweg 4, 88690 Uhltingen-Mühlhofen (DE). **DROBIETZ, Roger** [DE/DE]; Im Biegenöschle 13, 88682 Salem (DE). **LANGE, Thomas** [DE/DE]; Auf dem Ruhbühl 185, 88090 Immenstaad (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 103 57 075.6 6. Dezember 2003 (06.12.2003) DE (74) Gemeinsamer Vertreter: **DORNIER GMBH**; Mee, Thomas, Patentabteilung, FCL 6, 88039 Friedrichshafen (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR REDUCING THE NOISE OF TURBO GENERATORS BY MODIFYING THE SURFACE CIRCULATION OF A STATOR

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR LÄRMREDUZIERUNG VON TURBOMASCHINEN MITTELS VERÄNDERUNG DER OBERFLÄCHENSTRÖMUNG EINES STATORS



(57) Abstract: The invention relates to a method for reducing the noise of turbo generators comprising interlocking blades and a rotor-stator assembly. According to the invention, the hydrodynamic pressure fluctuations that occur on the interlocking blades are reduced by modifying the surface circulation of at least one section of at least one stator and one or more stators are equipped with elements for influencing the surface circulation of at least one section of the stator. The aerodynamics of the stator can be modified by deflecting one or more blades or sections of the latter. The surface of one or more blades of the stator can also have openings for the intake and/or evacuation of air.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Lärmreduzierung von Turbomaschinen mit Schaufelgittern sowie eine Rotor-Stator-Anordnung. Gemäss der Erfindung werden die an den Schaufelgittern auftretenden hydrodynamischen

Druckschwankungen mittels Veränderung der Oberflächenumströmung mindestens eines Teils mindestens eines Stators reduziert und an einem oder mehreren Statoren sind Mittel zur Beeinflussung der Oberflächenumströmung mindestens eines Teils des Stators vorhanden. Die Aerodynamik des Stators kann durch Auslenkung einer oder mehrerer

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/056984 A1



(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,

ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

VERFAHREN ZUR LÄRMREDUZIERUNG VON TURBOMASCHINEN MITTELS VERÄNDERUNG DER OBERFLÄCHENSTRÖMUNG EINES STATORS

5 Verfahren zur Lärmreduzierung von Turbomaschinen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Lärmreduzierung von Turbomaschinen gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie eine Rotor-Stator-Anordnung dazu gemäß Patentanspruch 10.

10

Turbomaschinen zeichnen sich durch eine sequentielle Anordnung von rotierenden und stationären Schaufelgittern, auch als Rotor und Stator bezeichnet, aus. In Fig. 1 ist beispielhaft die Anordnung von Rotor und Stator in einem Flugtriebwerk gezeigt.

Das Arbeitsfluid, üblicherweise Luft, durchströmt in Pfeilrichtung dabei folgende

15

Kombinationen von Rotoren und Statoren in den verschiedenen Baugruppen a, b, c von Turbomaschinen. In Fig. 1 ist mit dem Bezugszeichen a die Fansektion bezeichnet, welche sich in Strömungsrichtung aus der Kombination von Fan R1 und Leitrad S1 im Primärkreis 1 bzw. Austrittsleitrad S2 im Sekundärkreis 2 ergibt. Die Verdichterstufe b ist in Strömungsrichtung die Kombination aus Laufrad R3 und Leitrad S3 und die Turbinenstufe c ist in Strömungsrichtung die Kombination von Leitrad S4 und Laufrad R4.

20

Weitere Turbomaschinen sind z.B. als Verdichter, Lüfter, Kraftwerksturbine bekannt.

Eine der Hauptlärmquellen dieser Anordnungen ist die sog. Rotor-Stator-Interaktion

25

bzw. Stator-Rotor-Interaktion. Dem Rotor-Stator-Interaktionslärm liegt dabei folgender Mechanismus zu Grunde: Durch den periodisch umlaufenden Nachlauf eines rotierenden Schaufelgitters (Rotor) liegt ein stromabwärts gelegenes stationäres Schaufelgitter (Stator) in einer periodisch instationären Anströmung, wodurch auf diesen Statorschaufeln periodische hydrodynamische Druckschwankungen entstehen, die als tonaler Lärm an die Umgebung abgestrahlt werden.

30

Dem Stator-Rotor-Interaktionslärm liegt folgender Mechanismus zu Grunde: Durchschlägt ein rotierendes Schaufelgitter (Rotor) den stationären Nachlauf eines stromaufwärts gelegenen stationären Schaufelgitters (Stator), erfahren die Rotorblätter eine periodisch instationäre Anströmung, wodurch auf diesen Rotorblättern periodische Druckschwankungen entstehen, die als tonaler Lärm an die Umgebung abgestrahlt werden.

Während des Starts und der Landung tragen die beschriebenen Mechanismen signifikant zu den Lärmemissionen von Verkehrsflugzeugen bei und stellen somit eine restriktive Größe bezüglich den immer strenger werdenden Lärmschutzverordnungen von Flugplätzen und deren Umgebung dar.

Es sind aktive und passive Systeme zur Lärmreduzierung bekannt. So werden z.B. akustischen Liner in den Begrenzungen der Strömungskanäle des Triebwerkes installiert oder es wird der Rotor-Stator-Abstand vergrößert. Aus US 4,131,387 ist ein passives System bekannt, bei dem durch Neigung der Statorschaufeln eine Lärmreduzierung erzielt wird. Ein Nachteil dieser Maßnahmen ist, dass die Baugröße sowie das Gewicht des Triebwerks zunimmt.

Eine weitere passive Maßnahme, bei der der Rotor auf seiner Hinterkante eine Sägezahnform aufweist, ist aus EP 1 277 966 bekannt.

Aus US 5,355,417 und US 5,420,383 sind als aktive Maßnahme zur Lärmreduzierung die Anordnung von akustischen Quellen im Einlauf des Triebwerks und/oder Sekundärkanal einer Turbomaschine bzw. im Statorblatt bekannt. Diese Maßnahmen beruhen auf dem Prinzip des sogenannten Anti-Schalls. Hierbei wird mittels einer komplexen Verteilung von akustischen Quellen versucht, die modulare Charakteristik des Schallfeldes nachzuahmen. Ein Nachteil hierbei ist, dass diese Verfahren und Systeme sehr aufwendig sind.

Des Weiteren ist es aus US 6,004,095 bekannt, eine Lärmreduzierung durch kontinuierliche Ausblasung an der Rotorhinterkante zu bewirken.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren anzugeben, bei welchem mittels aktiver Maßnahmen die Reduzierung der Lärmemission von Turbomaschinen verbessert werden kann. Eine weitere Aufgabe besteht in der Angabe einer Rotor-Stator-Anordnung mit der eine Lärmreduzierung von Turbomaschinen realisiert werden
5 kann.

Diese Aufgaben werden mit dem Verfahren gemäß den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch die Rotor-Stator-Anordnung gemäß den Merkmalen des Anspruchs 9 gelöst. Vorteilhafte Ausführungen der Erfindung sind Gegenstand von Unteransprü-
10 chen.

Erfindungsgemäß werden die an den Schaufelgittern auftretende hydrodynamischen Druckschwankungen mittels Veränderung der Oberflächenumströmung mindestens eines Teils mindestens eines Stators reduziert. Dieses Verfahren setzt im Gegensatz
15 zu den bekannten Verfahren direkt an der Quelle der Entstehung des Lärms an.

In einer vorteilhaften Ausführung der Erfindung wird die Oberflächenumströmung einer oder mehrerer Schaufeln des Stators verändert. Dabei ist es besonders vorteilhaft, dass die Aerodynamik des Stators durch Auslenkung einer oder mehrerer
20 Schaufeln des Stators oder Teilen der Schaufeln beeinflusst wird. Selbstverständlich ist es möglich, dass die Aerodynamik einer beliebigen Anzahl der in einer Turbomaschine vorhandenen Statoren nach dem erfindungsgemäßen Verfahren beeinflusst wird.

Insbesondere ist es vorteilhaft möglich, die Oberflächenumströmung des Stators periodisch zu verändern. Ferner kann in einer weiteren vorteilhaften Ausführung der Erfindung die Ansteuerung der einzelnen Statorschaufeln eines Gitters entweder individuell oder entsprechend der Teilung und der Drehzahl des Rotors phasenverschoben zueinander vorgenommen werden. Die Ansteuerfrequenz von periodischen
25 Vorgängen entspricht dabei vorteilhaft der Grundfrequenz des tonalen Lärms und ergibt sich aus dem Produkt von Rotorblattzahl und Drehzahl. Die Phasenlage und/oder die Amplitude der Ansteuerung wird vorteilhaft entsprechend geeigneter
30



Fehlersignale geregelt. Diese Fehlersignale werden insbesondere von Mikrofonen oder Drucksensoren geliefert.

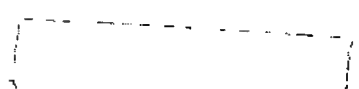
5 Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es somit möglich, die Oberflächenumströmung der Statorschaufeln derart anzupassen, dass die durch den umlaufenden Nachlauf eines stromaufwärts gelegenen rotierenden Schaufelgitters erzeugten Druckschwankungen auf diesen Statorschaufeln reduziert werden oder dass die durch den Nachlauf dieser Statorschaufeln auf einem stromab gelegenen rotierenden Schaufelgitters erzeugten Druckschwankungen reduziert werden. Selbstverständlich
10 ist es möglich, dass bei einer mehrstufigen Ausführung einer Turbomaschine eine Kombination der oben beschriebenen Wirkungen möglich ist.

Die erfindungsgemäße Rotor-Stator-Anordnung umfaßt an einem oder mehreren Statoren Mittel zur Beeinflussung der Aerodynamik des Stators. Die Mittel sind dabei
15 vorteilhaft:

- eine oder mehrere um eine vorgebbare Achse bewegliche Schaufeln des Stators,
- eine oder mehrere bewegliche Vorderkantenklappen, die an einer oder mehreren Schaufeln des Stators angebracht sind,
- eine oder mehrere bewegliche Hinterkantenklappen, die an einer oder mehreren
20 Schaufeln des Stators angebracht sind,
- eine oder mehrere bewegliche Oberflächenelemente, die auf einer oder mehreren Schaufeln des Stators angebracht sind.

Darüber hinaus sind auf der Oberfläche von einer oder mehreren Schaufeln des Stators eine oder mehrere Öffnungen zum Ansaugen und/oder Ausblasen von Luft ausgeführt. Damit ist es ebenfalls möglich, Einfluss auf die auftretenden Druckschwankungen zu nehmen. Insbesondere ist es durch periodisches Ausblasen und/oder Ansaugen an der Oberfläche der Statorschaufeln möglich, die durch den umlaufenden Nachlauf eines stromaufwärts gelegenen rotierenden Schaufelgitters erzeugten
25 Druckschwankungen zu reduzieren.
30

In einer weiteren vorteilhaften Ausführung der erfindungsgemäßen Rotor-Stator-Anordnung sind an der Hinterkante einer oder mehrerer Schaufeln eines Stators eine



oder mehrere Öffnungen zum Ausblasen von Luft vorhanden. Zweckmäßig wird durch ein kontinuierliches Ausblasen von Luft an der Hinterkante der Statorschaufeln die Anströmung eines stromab gelegenen rotierenden Schaufelgitters harmonisiert, wodurch die resultierenden Druckschwankungen reduziert werden.

5

Vorteilhaft sind die Mittel zur Beeinflussung der Aerodynamik eines Stators mechanisch, elektrisch, piezoelektrisch oder pneumatisch betriebene Aktuatoren. Selbstverständlich ist es möglich, je nach Anwendungsfall und Position eines Aktuators in der Rotor-Stator-Anordnung verschiedene Aktuatoren zu verwenden. Im Gegensatz zu den bei bekannten Verfahren oder Vorrichtungen zur Lärmreduzierung von Turbomaschinen verwendeten Aktuatoren, dienen die im erfindungsgemäßen Verfahren und in der erfindungsgemäßen Rotor-Stator-Anordnung eingesetzten Aktuatoren nicht der Erzeugung eines Anti-Schallfeldes, welches das von der Turbomaschine erzeugte Schallfeld kompensiert. Die Aktuatoren dienen erfindungsgemäß der Auslenkung des Stators oder Teilen des Stators, insbesondere der Schaufeln oder Teilen der Schaufeln.

10

15

Ein aktives System entsprechend der vorliegenden Erfindung läßt sich zweckmäßig zusammen mit passiven Systemen verknüpfen. So ist es z.B. möglich, das erfindungsgemäße System zu eventuell vorhandenen passiven Systemen in Flugzeugtriebwerken während lärmrelevanter Flugphasen (Start und Landung) zuzuschalten.

20

Selbstverständlich kann das erfindungsgemäße System auch in nichtfliegenden Turbomaschinen eingesetzt werden, z.B. Kraftwerksturbinen.

25

Ein Vorteil der Erfindung liegt darin, dass das System wartungs- und montagefreundlich ist, da sich die Aktuatorik im feststehenden System der Statoren befindet.

Die Erfindung wird anhand von Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

30

Fig. 1 ein beispielhaftes Triebwerk in Schnittdarstellung,
Fig. 2 beispielhafte Schaufeln eines Stators mit erfindungsgemäßen Mitteln zur Veränderung der Aerodynamik des Stators,

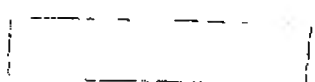


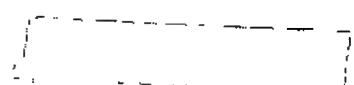
Fig. 3 beispielhafte Schaufeln eines Stators mit Öffnungen zum Ansaugen und Ausblasen von Luft.

Fig. 2 zeigt beispielhafte Schaufeln eines Stators mit erfindungsgemäßen Mitteln zur
5 Veräderung der Aerodynamik des Stators. Mit dem Bezugszeichen 11 ist dabei eine beliebige Achse angegeben, um die die Schaufel S beweglich angeordnet ist. Eine Schaufel S kann mit Vorderkanten klappen 12 und/oder Hinterkantenklappen 13 ausgestattet sein. Darüber hinaus kann eine Schaufel S eine oder mehrere Mittel 14 aufweisen, welche der Oberfläche der Schaufel S aufgebracht sind. Diese Mittel 14
10 können z.B. Aktuatoren sein.

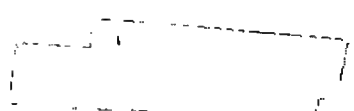
Fig. 3 zeigt im oberen Teil eine Darstellung eine beispielhafte Schaufel S, welche im Bereich der Vorderkante und im Mittelbereich Öffnungen 15 und 16 aufweist. Aus diesen Öffnungen 15 und 16 kann einerseits Luft angesaugt oder Luft ausgeblasen
15 werden. Im unteren Teil der Fig. 3 ist eine beispielhafte Schaufel S abgebildet, welche im Bereich der Hinterkante eine Öffnung 17 aufweist, durch welche Luft kontinuierlich ausgeblasen werden kann. Selbstverständlich können die Mittel 15, 16, 17 zum Ein- und Ausblasen von Luft beliebig miteinander kombiniert werden. So kann es z.B. auch vorgesehen werden, dass benachbarte Schaufeln eines Stators ver-
20 schieden angeordnete Öffnungen zum Ein- oder Ausblasen von Luft aufweisen.

Patentansprüche

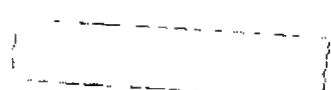
1. Verfahren zur Lärmreduzierung von Turbomaschinen mit Schaufelgittern (S1,R1; S2,R1; S3,R3; S4,R4), **dadurch gekennzeichnet, dass** an den Schaufelgittern (S1,R1; S2,R1; S3,R3; S4,R4) auftretende hydrodynamische Druckschwankungen mittels Veränderung der Oberflächenumströmung mindestens eines Teils mindestens eines Stators (S1, S2, S3, S4) reduziert werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberflächenumströmung einer oder mehrerer Schaufeln (S) des Stators (S1, S2, S3, S4) verändert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aerodynamik des Stators (S1, S2, S3, S4) durch Auslenkung einer oder mehrerer Schaufeln (S) oder Teile davon verändert wird.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aerodynamik des Stators (S1, S2, S3, S4) durch in eine oder mehrere Schaufeln (S) einströmende oder durch aus einer oder mehreren Schaufeln (S) ausströmenden Luft verändert wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2-4, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Schaufeln (S) eines Stators (S1, S2, S3, S4) individuell oder entsprechend Teilung und Drehzahl des Stators (S1, S2, S3, S4) phasenverschoben angesteuert werden.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Phasenlage und/oder die Amplitude der Ansteuerung mittels Fehlersignale geregelt wird.
7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberflächenumströmung des Stators (S1, S2, S3, S4) periodisch verändert wird.



8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ansteuerfrequenz des periodischen Verfahrens der Grundfrequenz des tonalen Lärms, welche sich aus dem Produkt von Rotorblattzahl und Drehzahl ergibt, entspricht.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-4, **dadurch gekennzeichnet, dass** an
5 der Hinterkante einer oder mehrerer Schaufeln (S) des Stators (S1, S2, S3, S4) kontinuierliche Luft ausgeblasen wird zur Harmonisierung der Anströmung stromabwärts gelagerter Schaufelgitter.
10. Rotor-Stator-Anordnung, **dadurch gekennzeichnet, dass** an einem oder mehreren Statoren (S1, S2, S3, S4) Mittel (11, 12, 13, 14, 15, 16, 17) zur Beeinflussung der Oberflächenumströmung mindestens eines Teils des Stators (S1, S2,
10 S3, S4) vorhanden sind.
11. Rotor-Stator-Anordnung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel (11, 12, 13, 14, 15, 16, 17) an einer oder mehreren Schaufeln des Stators (S1, S2, S3, S4) angebrachte eine oder mehrere bewegliche Vorderkantenklappen (12) sind.
15
12. Rotor-Stator-Anordnung nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel (11, 12, 13, 14, 15, 16, 17) an einer oder mehreren Schaufeln des Stators (S1, S2, S3, S4) angebrachte eine oder mehrere bewegliche Hinterkantenklappen (13) sind.
- 20 13. Rotor-Stator-Anordnung nach einem der Ansprüche 10-12, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine oder mehrere Schaufeln des Stators (S1, S2, S3, S4) um eine vorgebbare Achse (11) beweglich ist.
14. Rotor-Stator-Anordnung nach einem der Ansprüche 10-13, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf eine oder mehreren Schaufeln des Stators (S1, S2, S3, S4)
25 ein oder mehrere bewegliche Oberflächenelemente (14) angeordnet sind.



15. Rotor-Stator-Anordnung nach einem der Ansprüche 10-14, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf der Oberfläche von einer oder mehreren Schaufeln des Stators (S1, S2, S3, S4) eine oder mehrere Öffnungen (15, 16) zum Ansaugen und/oder Ausblasen von Luft ausgeführt sind.
- 5 16. Rotor-Stator-Anordnung nach einem der Ansprüche 10-15, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der Hinterkante von einer oder mehreren Schaufeln (S) des Stators (S1, S2, S3, S4) eine oder mehrere Öffnungen (17) zum kontinuierlichen Ausblasen von Luft vorhanden sind.
- 10 17. Rotor-Stator-Anordnung nach einem der Ansprüche 10-14, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Beeinflussung der Bewegung der Mittel (11, 12, 13, 14) mechanisch, elektrisch, piezoelektrisch, hydraulisch oder pneumatisch betriebene Aktuatoren vorhanden sind.
18. Rotor-Stator-Anordnung nach einem der Ansprüche 10-17 bei welchem im Bedarfsfall ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1-8 angewendet wird.
- 15 19. Triebwerk mit einer Rotor-Stator-Anordnung nach Anspruch 18.
20. Flugkörper mit einem Triebwerk gemäß Anspruch 19.



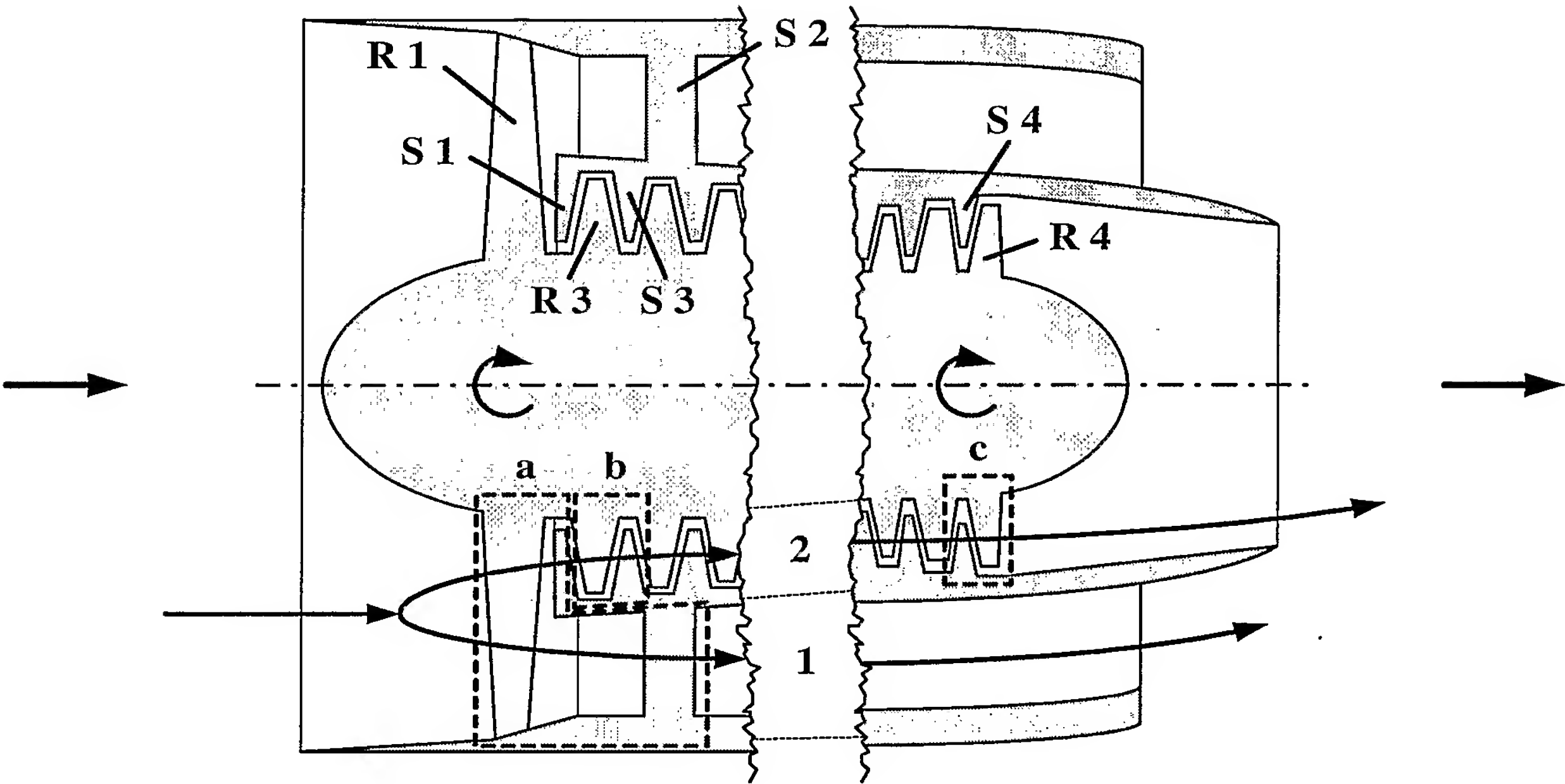


Fig. 1

2/3

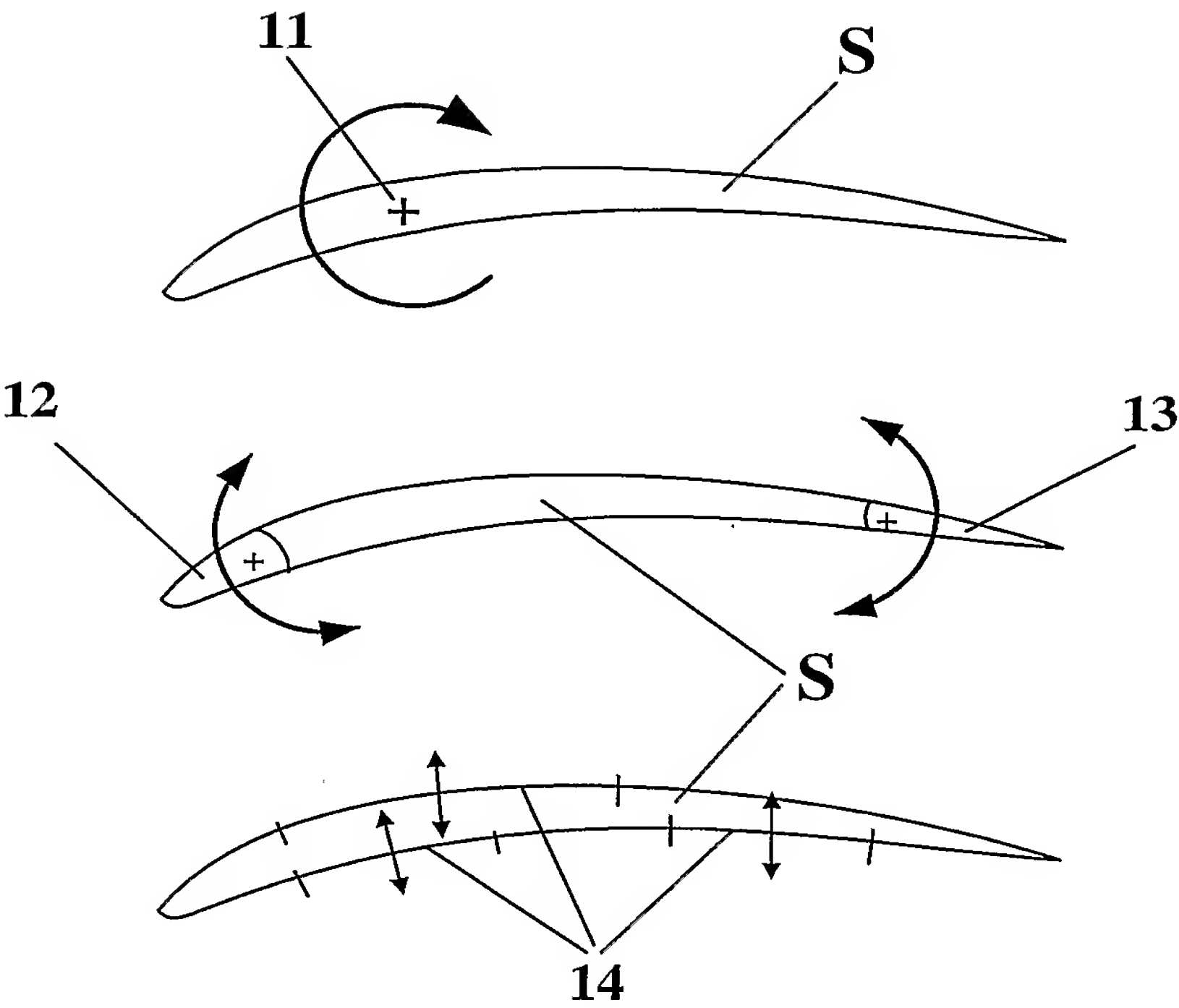


Fig. 2

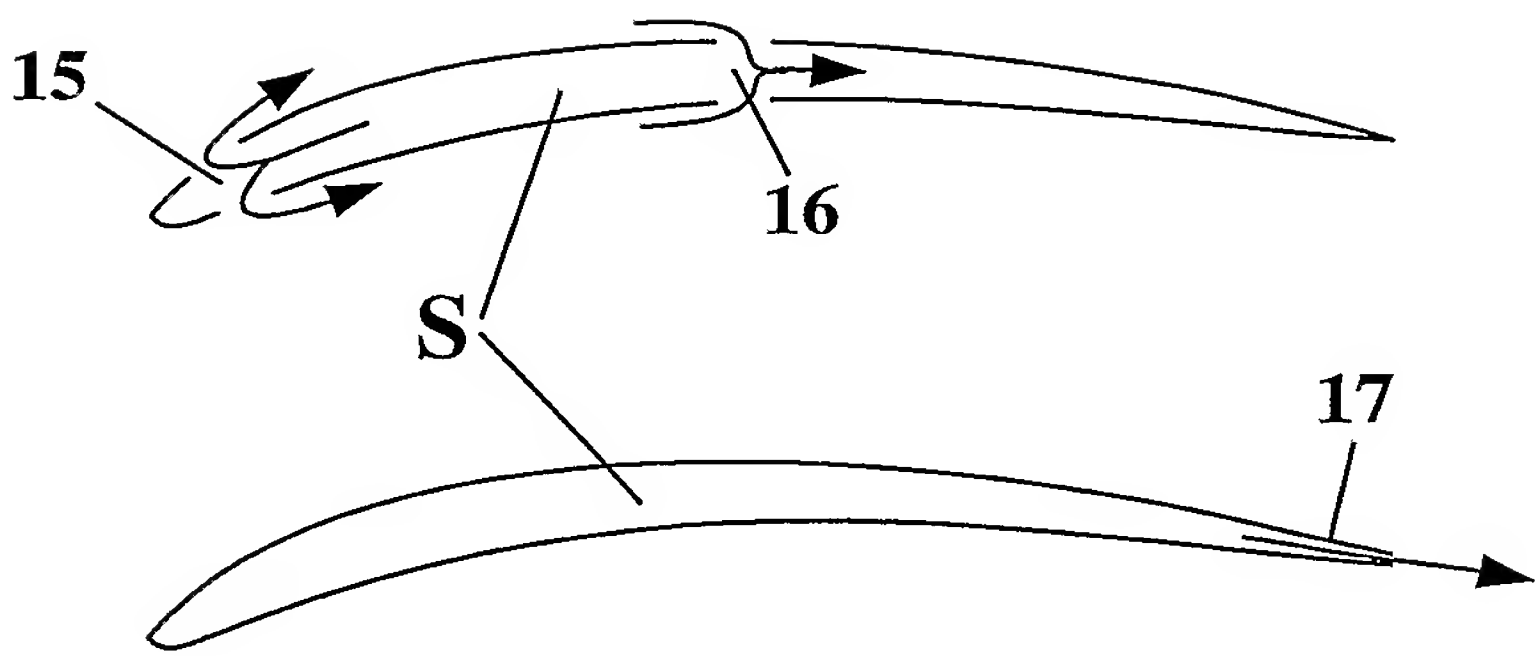


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE2004/002172

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F01D5/14 F01D5/16

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F01D F04D F02C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	GB 1 345 835 A (SNECMA) 6 February 1974 (1974-02-06) page 1, line 10 - line 41 page 1, line 67 - page 2, line 10 page 2, line 81 - page 3, line 62 page 3, line 115 - page 4, line 1 page 4, line 55 - line 64; figures -----	1, 2, 4, 9, 10, 14-20
X	US 3 572 960 A (JAMES W. MCBRIDE) 30 March 1971 (1971-03-30) abstract; figures column 1, line 3 - line 19 column 2, line 10 - line 39 column 3, line 13 - line 69 column 4, line 37 - line 46 ----- -/--	1, 2, 4, 9, 10, 15-20



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 February 2005

Date of mailing of the international search report

24/02/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

de Rooij, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE2004/002172

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 613 649 A (SCHLINKER ET AL) 25 March 1997 (1997-03-25) abstract; figures 2-5 column 1, line 9 - line 23 column 2, line 9 - column 3, line 44 -----	1-5,7, 10,11, 15,17-19
X	US 6 139 259 A (HO ET AL) 31 October 2000 (2000-10-31) abstract; figures 1,4-6 column 1, line 5 - line 29 column 2, line 29 - column 3, line 4 column 3, line 39 - line 56 column 5, line 1 - column 6, line 39 -----	1,2,4, 10,15, 18-20
X	EP 0 610 091 A (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 10 August 1994 (1994-08-10) abstract; figures column 1, line 3 - line 7 column 2, line 15 - line 28 column 4, line 14 - line 32 column 5, line 34 - column 6, line 2 -----	1-3, 10-13, 17-20 5,7,8
X	US 6 292 763 B1 (DUNBAR DONALD K ET AL) 18 September 2001 (2001-09-18) column 3, line 47 - column 4, line 47; figures 4,5 column 8, line 5 - column 11, line 7 -----	1-3, 10-13, 17-20
A	US 5 355 417 A (BURDISSO ET AL) 11 October 1994 (1994-10-11) cited in the application the whole document -----	5-8
A	US 5 420 383 A (KOUSSEN ET AL) 30 May 1995 (1995-05-30) cited in the application the whole document -----	5,7,8,17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2004/002172

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
GB 1345835	A	06-02-1974	FR	2139741 A1	12-01-1973
US 3572960	A	30-03-1971	BE	743057 A	14-05-1970
			DE	1964057 A1	16-07-1970
			FR	2027666 A5	02-10-1970
US 5613649	A	25-03-1997	DE	69519029 D1	09-11-2000
			DE	69519029 T2	17-05-2001
			EP	0771395 A1	07-05-1997
			JP	10503817 T	07-04-1998
			WO	9603584 A1	08-02-1996
US 6139259	A	31-10-2000	NONE		
EP 0610091	A	10-08-1994	US	5259187 A	09-11-1993
			CA	2113367 A1	06-08-1994
			DE	69414733 D1	07-01-1999
			DE	69414733 T2	24-06-1999
			EP	0610091 A1	10-08-1994
			JP	1992267 C	22-11-1995
			JP	6280616 A	04-10-1994
			JP	7013480 B	15-02-1995
US 6292763	B1	18-09-2001	US	5794432 A	18-08-1998
			WO	9809066 A1	05-03-1998
US 5355417	A	11-10-1994	US	5515444 A	07-05-1996
US 5420383	A	30-05-1995	DE	69409786 D1	28-05-1998
			DE	69409786 T2	13-08-1998
			EP	0676012 A1	11-10-1995
			WO	9511386 A1	27-04-1995

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/002172

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 F01D5/14 F01D5/16

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F01D F04D F02C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	GB 1 345 835 A (SNECMA) 6. Februar 1974 (1974-02-06) Seite 1, Zeile 10 - Zeile 41 Seite 1, Zeile 67 - Seite 2, Zeile 10 Seite 2, Zeile 81 - Seite 3, Zeile 62 Seite 3, Zeile 115 - Seite 4, Zeile 1 Seite 4, Zeile 55 - Zeile 64; Abbildungen -----	1,2,4,9, 10,14-20
X	US 3 572 960 A (JAMES W. MCBRIDE) 30. März 1971 (1971-03-30) Zusammenfassung; Abbildungen Spalte 1, Zeile 3 - Zeile 19 Spalte 2, Zeile 10 - Zeile 39 Spalte 3, Zeile 13 - Zeile 69 Spalte 4, Zeile 37 - Zeile 46 ----- -/--	1,2,4,9, 10,15-20



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

16. Februar 2005

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

24/02/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

de Rooij, M

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	<p>US 5 613 649 A (SCHLINKER ET AL) 25. März 1997 (1997-03-25)</p> <p>Zusammenfassung; Abbildungen 2-5 Spalte 1, Zeile 9 - Zeile 23 Spalte 2, Zeile 9 - Spalte 3, Zeile 44 -----</p>	1-5,7, 10,11, 15,17-19
X	<p>US 6 139 259 A (HO ET AL) 31. Oktober 2000 (2000-10-31)</p> <p>Zusammenfassung; Abbildungen 1,4-6 Spalte 1, Zeile 5 - Zeile 29 Spalte 2, Zeile 29 - Spalte 3, Zeile 4 Spalte 3, Zeile 39 - Zeile 56 Spalte 5, Zeile 1 - Spalte 6, Zeile 39 -----</p>	1,2,4, 10,15, 18-20
X	<p>EP 0 610 091 A (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 10. August 1994 (1994-08-10)</p>	1-3, 10-13, 17-20
A	<p>Zusammenfassung; Abbildungen Spalte 1, Zeile 3 - Zeile 7 Spalte 2, Zeile 15 - Zeile 28 Spalte 4, Zeile 14 - Zeile 32 Spalte 5, Zeile 34 - Spalte 6, Zeile 2 -----</p>	5,7,8
X	<p>US 6 292 763 B1 (DUNBAR DONALD K ET AL) 18. September 2001 (2001-09-18)</p> <p>Spalte 3, Zeile 47 - Spalte 4, Zeile 47; Abbildungen 4,5 Spalte 8, Zeile 5 - Spalte 11, Zeile 7 -----</p>	1-3, 10-13, 17-20
A	<p>US 5 355 417 A (BURDISSO ET AL) 11. Oktober 1994 (1994-10-11) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----</p>	5-8
A	<p>US 5 420 383 A (KOUSEN ET AL) 30. Mai 1995 (1995-05-30) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----</p>	5,7,8,17

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/002172

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
GB 1345835	A	06-02-1974	FR	2139741 A1	12-01-1973
US 3572960	A	30-03-1971	BE	743057 A	14-05-1970
			DE	1964057 A1	16-07-1970
			FR	2027666 A5	02-10-1970
US 5613649	A	25-03-1997	DE	69519029 D1	09-11-2000
			DE	69519029 T2	17-05-2001
			EP	0771395 A1	07-05-1997
			JP	10503817 T	07-04-1998
			WO	9603584 A1	08-02-1996
US 6139259	A	31-10-2000	KEINE		
EP 0610091	A	10-08-1994	US	5259187 A	09-11-1993
			CA	2113367 A1	06-08-1994
			DE	69414733 D1	07-01-1999
			DE	69414733 T2	24-06-1999
			EP	0610091 A1	10-08-1994
			JP	1992267 C	22-11-1995
			JP	6280616 A	04-10-1994
			JP	7013480 B	15-02-1995
US 6292763	B1	18-09-2001	US	5794432 A	18-08-1998
			WO	9809066 A1	05-03-1998
US 5355417	A	11-10-1994	US	5515444 A	07-05-1996
US 5420383	A	30-05-1995	DE	69409786 D1	28-05-1998
			DE	69409786 T2	13-08-1998
			EP	0676012 A1	11-10-1995
			WO	9511386 A1	27-04-1995